

BOUTURAGE DES ARBRES FORESTIERS AU CONGO ⁽¹⁾

Résultats des essais effectués à Pointe Noire de 1969 à 1973

par B. MARTIN et J. QUILLET,
Centre Technique Forestier Tropical, Congo.

SUMMARY

THE PROPAGATION BY CUTTINGS OF FOREST TREES IN THE CONGO

The period of propagation by herbaceous cuttings described in the previous article being practically complete, a series of experiments conducted to clarify certain aspects led to the following conclusions :

Leaves are necessary.

Mineral enrichment of the substratum has no effect.

Hormonal stimulation plays an important role.

The aptitude of herbaceous cuttings for taking root varies from one species to another.

The best area for taking cuttings of Eucalyptus is usually in the upper third of the plant.

Propagation by cuttings of shoots gives excellent results with Limba. With Eucalyptus platyphylla F I, the best results are obtained with shoots taken from root-stocks of trees exposed to the light for several years.

RESUMEN

REPRODUCCIÓN POR ESQUEJES DE ARBOLES FORESTALES EN EL CONGO

El periodo de desqueje por medio de esquejes herbáceos anteriormente descrito se encuentra prácticamente a punto y una serie de experiencias efectuadas para precisar ciertos aspectos del problema han dado lugar a las siguientes conclusiones :

— las hojas son necesarias,

— el enriquecimiento mineral del sustrato no tiene acción alguna,

— el papel de la estimulación hormonal es importante,

— la aptitud para el arraigo de los esquejes herbáceos varía según las especies,

— la mejor zona para la toma de esquejes se sitúa en los eucaliptos, y en la mayor parte de los casos, en el tercio superior de la planta,

— la reproducción por esquejes de los retoños de estirpes proporciona excelentes resultados en el caso del Limba. Para el eucalipto « platyphylla F I » los mejores resultados son obtenidos con retoños tomados en las estirpes de árboles de varios años expuestas a la luz.

CONCEPTION DU BOUTURAGE

GÉNÉRALITÉS

Lorsqu'on essaye de bouturer des arbres forestiers, il faut séparer deux objectifs bien distincts :

1. — Obtenir rapidement, et en nombre limité, des boutures d'arbres particuliers, de façon à

examiner des copies végétatives ou à installer des parcelles grainières.

2. — Obtenir en permanence, et en très grand nombre, des boutures à partir d'un nombre limité d'arbres phénotypiquement supérieurs de façon à satisfaire les besoins des reboisements.

(1) La première partie de cette étude a été publiée dans le n° 154 de Bois et Forêts des Tropiques, p. 41.

Il existe, dans bien des pays, des boutures de

nombreuses espèces forestières obtenues de façon plus ou moins sporadique par les stations d'essais, mais, seules, quelques espèces forestières sont bouturées à l'échelle industrielle. D'après les renseignements que nous avons obtenus, les principales essences forestières produites industriellement par bouturage sont : *Salix*, *Platanus*, *Populus* (section Aigeiros et Tacamahaca). On multiplie par bouture de tiges, à grande échelle, les clones sélectionnés appartenant à ces genres.

Le bouturage de racines (drageons) donne de bons résultats avec les Peupliers de la section Leucé (Trembles, Peupliers blancs) et les Robiniers, mais ce procédé n'est pas employé industriellement en raison de son prix.

On reproduit par bouture des résineux forestiers mais pas à l'échelle industrielle :

- *Pinus radiata* en Australie et Nouvelle-Zélande,
- *Cryptomeria japonica* au Japon,
- *Chamaecyparis obtusa* au Japon,
- *Cupressus sempervirens* en Tunisie,
- *Pinus pinaster* en France.

Par contre, le bouturage est la règle courante pour la multiplication des cultures horticoles avec des genres comme *Taxus*, *Juniperus*, *Chamaecyparis*, *Cryptomeria*, *Thuja*, *Cupressus*.

Le bouturage est également couramment pratiqué pour la multiplication végétative industrielle de l'Hévéa. Il faut cependant signaler, dans ce cas, une sensibilité fréquente au vent : la sélection n'a été réalisée jusqu'alors que sous l'angle de la productivité et le système racinaire des boutures ne favorise pas la résistance au basculement des arbres par les vents forts (*tornades*) dans les pays où ces phénomènes sont fréquents.

Certains genres sont multipliés par boutures pour

constituer les arbres d'ombrage de certaines cultures (*Erythrina*, par exemple, pour plantations de café).

Le bouturage n'est pas très employé comme technique de multiplication industrielle des espèces forestières car il faut pour cela :

- que ces espèces se bouturent facilement,
- que le prix de revient ne soit pas trop important par rapport aux autres modes de multiplication,
- qu'il s'agisse de clones à multiplier présentant une supériorité suffisante pour justifier l'augmentation de prix que constitue, en général, la multiplication par bouturage par rapport à la multiplication par semis.

Le bouturage possible chez les *Pinus*, *Picea*, *Larix*, *Betula*, *Acer*, *Robinia*, *Populus* (section Leuce) est cependant difficile et cela d'autant plus que l'arbre est âgé.

Les espèces appartenant aux genres *Castanea*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Liriodendron*, *Quercus*, *Tilia* (et *Eucalyptus* !) constituent un groupe classé d'ordinaire comme très difficile à bouturer. La difficulté, et par conséquent le prix de revient du bouturage, empêchent en général les applications industrielles de cette méthode de multiplication végétative.

Avec le bouturage herbacé, sous nébulisation et sous climat tropical, les conceptions peuvent changer et cette étude tend à le démontrer.

D'autre part, lorsqu'on examine sous l'angle du bouturage les espèces forestières tropicales, on s'aperçoit rapidement que les « boutures ligneuses » ne s'enracinent pas et que les boutures herbacées ne réussissent que si les pousses sont jeunes et sont prélevées sur des souches elles-mêmes relativement jeunes d'où la notion de boutures juvéniles et de rajeunissement des arbres « plus ».

RAJEUNISSEMENT DES ARBRES PLUS

A partir des peuplements naturels ou artificiels existants, il est nécessaire de pratiquer des sélections massales qui aboutissent au repérage de phénotypes supérieurs pour lesquels l'héritabilité des caractères importe peu. Il suffit que les critères de sélection correspondent aux objectifs économiques (rapidité de croissance, frugalité, qualité du fût, qualité du bois, etc...).

On sait que le bouturage donne des copies végétatives parfaites, même pour les caractères peu ou très peu héréditaires, exception faite des caractéristiques de l'individu dues à son environnement.

Le rajeunissement ou rejuvénalisation consiste à obtenir au moins un plant raciné à partir d'un individu « plus », adulte. Étant donné la très faible

quantité de plants à obtenir, il est possible de concentrer beaucoup de moyens sur cette opération qui réussit généralement, à condition de savoir greffer l'espèce.

Toutes les études entreprises jusqu'ici par de nombreux chercheurs de nationalités très différentes, ont montré que le traumatisme des tissus (greffage, marcottage, recépage) avait comme conséquence de rajeunir le matériel végétal ; ce qui se traduit par un changement d'état physiologique le rendant plus apte au bouturage. L'équipe du Centre de Bordeaux travaillant sur le Pin maritime a mis en lumière l'existence d'inhibiteurs dans les rameaux d'arbres adultes, leur absence dans les tissus juvéniles permet la rhizogénèse.

Après greffage des arbres plus, on pourra, soit marcotter les pousses greffées, soit les bouturer directement selon le niveau de rejuvénalisation

atteint. Dès qu'un plant bouturé est obtenu, le rajeunissement de l'arbre correspondant est considéré comme acquis.

MULTIPLICATION PAR BOUTURES HERBACÉES

La bouture herbacée correspond à une conception très distincte de celle de la bouture ligneuse.

En effet, cette dernière, lorsqu'on la place dans le milieu de bouturage, commence d'abord à émettre des feuilles sur les réserves accumulées dans la portion de tige considérée.

La formation des racines ne se fait que dans un 2^e temps, lorsque la photosynthèse est suffisante, et il y a donc un temps mort parfois très important entre le prélèvement et la croissance normale du plant.

Pour la bouture herbacée, il se passe le phénomène inverse. Les réserves sont pratiquement inexistantes et sont remplacées par la nébulisation qui apporte des produits minéraux et surtout maintient les feuilles en vie, ce qui permet une photosynthèse continue. C'est donc les racines qui se forment en premier.

La partie aérienne, par développement des bourgeons axillaires, se forme ensuite après le sevrage. Il y a donc croissance presque continue de la portion de tige prélevée.

	1 ^{er} temps	2 ^e temps
Boutures ligneuses sans brouillard	débourrement des bourgeons axillaires	émission de racines
Boutures herbacées sous brouillard	émission de racines	débourrement des bourgeons axillaires

A partir du premier plant bouturé, obtenu d'un arbre plus, l'éducation, puis le bouturage successif, permettent d'en accroître le nombre jusqu'à constitution d'un parc à bois dont la production en scions couvrira les besoins.

Le bouturage se fait suivant les techniques précédemment décrites et obéit aux lois dont nous allons étudier quelques aspects dans le chapitre suivant.

Il suffit de mettre en condition les souches du parc à bois afin de produire le type de pousses répondant le mieux à la nébulisation par un enracinement rapide et abondant.

De nombreux aspects du problème sont cependant encore imprécis et il est nécessaire de poursuivre les expérimentations.

— Les souches vont-elles perdre avec le temps leur aptitude à fournir de bonnes boutures, et faudra-t-il renouveler périodiquement les parcs à bois ?

— Peut-on allonger indéfiniment la vie d'un clone par l'artifice du bouturage ?

— Les arbres issus de boutures ne sont-ils pas moins juvéniles que les autres ?

Il faudra de longues années d'observations mais il semble bien que, tout comme le greffage, le bouturage rejuvénit les individus mais que ceux-ci retrouvent assez vite des caractères séniles.

Aussi, on le voit déjà, l'opération dans son ensemble est la succession de nombreux compromis et des limites doivent être précisées pour chaque étape successive. Il est encore trop tôt pour affirmer que les services de reboisement se tourneront radicalement vers le bouturage d'un grand nombre d'espèces. Il y a lieu d'être optimiste cependant, surtout avec des espèces comme le Limba. « Le temps joue en faveur du bouturage », disait A. FRANCKET en 1970. Ceci est surtout vrai pour les espèces à bois d'œuvre, dont les plantations sont moins denses et moins précoces.

Il faudra s'assurer aussi que les arbres issus de plants bouturés sont aussi vigoureux et ont un enracinement au moins aussi solide que les arbres issus de graines. Il semble, et nous le verrons par la suite, qu'il en est bien ainsi avec la bouture herbacée.

Faire du rajeunissement des arbres plus, une opération séparée permet alors d'étudier sans limitation le matériel jeune issu de souches également jeunes ; ce qui conduit à déterminer les conditions optimales d'environnement du scion avant sa mise sous nébulisation.

Cet état dépend évidemment de l'espèce considérée. Pour les espèces étudiées à Pointe-Noire : E. 12 ABL, PF1, *E. deglupta*, Limba et, dans une moindre mesure, Okoumé, les boutures herbacées placées dans le milieu précédemment défini et récoltées à un stade végétatif convenable, ont donné des réactions d'enracinement très vives, souvent spectaculaires. Les racines produites étaient souvent très nombreuses et très vigoureuses. Cette réaction très rapide, 10 à 15 jours, est très différente des allures de survie que prennent les enracinements obtenus avec des « boutures ligneuses ».

Cette réaction spectaculaire de la bouture herbacée doit attirer l'attention des Chercheurs, des

Reboiseurs et confirmer les prévisions optimistes de A. FRANÇLET qui écrivait en 1969 : « Le niveau des recherches physiologiques et leurs prolongements en techniques artificielles feront nécessaire-

ment du bouturage l'outil essentiel des productions de plants améliorés pour les reboisements industriels, même pour des espèces considérées actuellement comme difficiles. »

SCHÉMA GÉNÉRAL

Le tableau ci-contre indique différentes phases du bouturage industriel à partir d'un arbre plus.

La récolte de greffons peut se faire à l'échelle forestière mais la technique la plus simple, surtout pour les arbres de grande taille et éloignés du centre de greffage, ce qui est le cas du Limba et de l'Okoumé, consiste à utiliser une carabine à lunette. Le C. T. F. T. a longuement expérimenté cette technique en 1973, en Australie et au Timor portugais, au cours de sa campagne de récolte de graines d'Eucalyptus. Rappelons qu'une branche de 15 centimètres de diamètre, située à 50 m du sol, peut-être abattue en 10 minutes (5 à 6 balles) avec une carabine de type 243 et à condition d'utiliser des balles à « tête molle » et de rechercher un point d'appui.

Le transport des greffons se fait dans des glacières portatives.

Le rajeunissement ne peut être envisagé que si l'on sait greffer l'espèce. Au Congo, c'est le cas pour les espèces étudiées (Eucalyptus, Limba et Okoumé). Les arbres plus sont greffés dans un parc à clones, à proximité de l'aire de bouturage de façon à ce que les jeunes pousses, issues de greffes récoltées dans le parc à clones, ne subissent aucun dommage du fait du transport et que le temps entre le prélèvement et la mise sous nébulisation soit le plus court possible.

A partir de l'obtention du premier plant bouturé, l'opération prend une allure cyclique jusqu'à ce que le nombre de copies végétatives obtenues soit suffisant pour passer au stade industriel. Les plants bouturés sont plantés dans un parc à bois situé également à proximité du lieu de bouturage. Nous gardons l'appellation « parc à bois » bien qu'ici les éléments récoltés ne soient que des jeunes tiges herbacées.

DESCRIPTION DU PHÉNOMÈNE D'ENRACINEMENT

Nous donnons ici un aperçu de quelques aspects de l'évolution de la morphologie de la base des

boutures, relevés au cours des expériences de bouturage de Pointe-Noire.

ÉVOLUTION FAVORABLE

Cas des Eucalyptus. L'évolution favorable de la base des boutures herbacées d'Eucalyptus s'effectue avec une relative régularité.

On constate d'abord un épaississement de la tige dans sa partie inférieure, avec des fissurations longitudinales dans lesquelles apparaît un tissu poreux de couleur blanche. Il se forme également des protubérances qui correspondent à des ébauches de racines. Ce stade est presque toujours suivi d'émission de racines. La photographie du haut de la p. 20 illustre bien le phénomène.

Ce gonflement peut être très faible. Il est suivi d'une sortie explosive de racines (1 ou 2 jours). La photographie du bas de la p. 20 montre une explosion de racines sur une bouture d'E. PF1, très peu épaissie, au bout du 16^e jour de nébulisation.

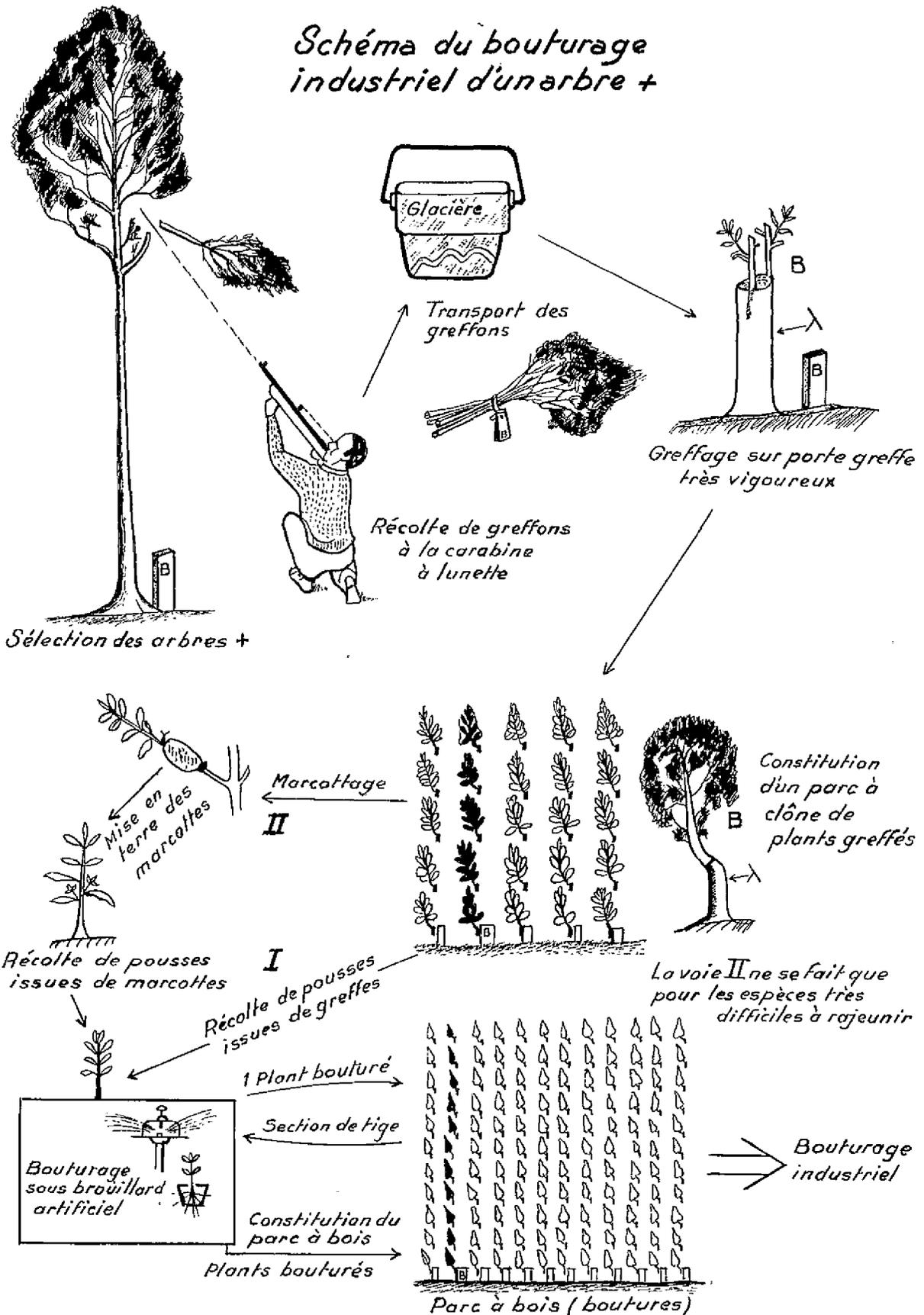
Les racines peuvent prendre naissance à la base de la bouture ou s'échelonner sur une distance plus ou moins grande de la base vers le haut. Le système

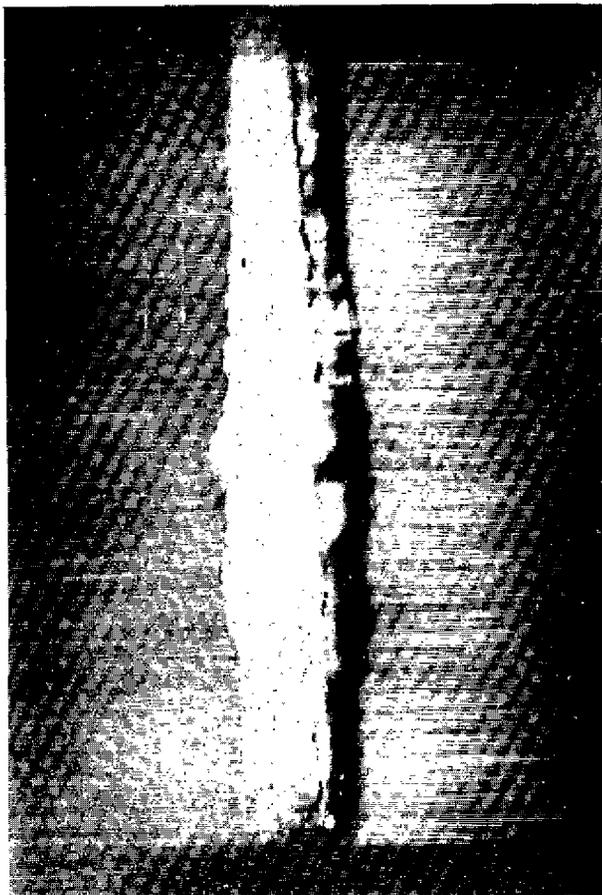
racinaire peut alors prendre la forme d'un véritable faisceau de racines ; c'est ce qui est toujours observé chez l'E. *deglupta* et parfois chez l'E. PF1. Deux des photographies de la p. 21 (haut gauche et bas droite) montrent la formation de racines à des positions différentes sur la base de boutures d'E. PF1.

Les photographies des p. 21 (en haut droite) et 23 (haut) montrent des enracinements en faisceaux. Ce type d'enracinement se forme systématiquement sur la partie inférieure des boutures herbacées d'E. *deglupta*.

Il arrive également, lorsque le matériel est en excellent état végétatif et que le milieu est particulièrement favorable, que l'on obtienne de tels faisceaux sur Eucalyptus PF1. La photographie de la p. 21 (en haut et à droite) montre une belle bouture. La prolongation de la nébulisation conduit souvent à de telles émissions de racines,

Schéma du bouturage industriel d'un arbre +





Evolution favorable. — Base inférieure d'une bouture herbacée d'*Eucalyptus* PF1, Gonflement avant sortie des racines. Il s'agissait d'une bouture terminale de 6 feuilles ayant subi 16 jours de nébulisation avec stimulation hormonale à l'Exubérone W.

Photo Martin.

et il est souvent utile d'arrêter impérativement la phase du bouturage au bout de 4 semaines, de façon à éviter aux enracinements un développement anormal.

Il peut arriver que la base des boutures meure par suite d'un traitement hormonal trop concentré. Les épaississements de la tige ont lieu, dans ces conditions, au-dessus de la partie morte et il peut y avoir émission de racines à ce niveau. La photographie de la p. 22 illustre ce cas particulier. Il s'agit d'une bouture d'*Eucalyptus Platyphylla* F1 dont la base a été « brûlée » par une trop grande concentration d'acide Indolyl Butyrique. Une racine a été émise à un niveau élevé, entre les deux feuilles de la bouture.

Les divers aspects que peuvent prendre les systèmes racinaires des boutures herbacées de PF1, sont illustrés par la photographie de la p. 24 (haut) qui correspond à des boutures ayant subi 4 semaines de nébulisation ; c'est-à-dire, aptes au repiquage.

EVOLUTION DÉFAVORABLE

Dans le cas où les conditions de milieu sont défavorables on peut avoir des évolutions très différentes.

Milieu trop sec. — Les feuilles se dessèchent, meurent et tombent, les boutures ne tardent pas à mourir.

Milieu malsain. — Attaque fongique généralisée. Pourriture des feuilles et mort des boutures.

Coups de soleil brutaux. — Rougissement, puis, à la longue, chute des feuilles, puis mort des boutures.

Substratum trop riche en micro-organismes (Terre noire). — Dans ce cas, et surtout lorsque les stimulations hormonales ne sont pas suffisantes, en particulier pour des boutures herbacées récoltées sur des éléments un peu trop âgés (6 mois par exemple), on assiste à la pourriture systématique de la base des boutures sans gonflement à la partie située immédiatement au-dessus des parties pourries. On voit apparaître parfois un léger cal à cet endroit.

La photographie de la p. 23 (bas) illustre bien ce résultat.



Evolution favorable. — Bouture terminale à 6 feuilles d'E. PF1 au bout de 16 jours de nébulisation. Traitement à l'Exubérone W.

Photo Martin.



En haut à gauche : **Evolution favorable.** Bouture d'E. PF1 au bout de 16 jours de nébulisation. Formation de racines à la base même de la bouture. Il y a eu épaissement de la tige mais pas de fissuration et peu de bourrelets. On distingue quelques petites formations calleuses à la périphérie de la base de la bouture.

Photo Martin.



En haut, à droite : **Evolution favorable.** Bouture d'E. PF1 après 7 semaines de nébulisation, très bel enracinement en faisceaux.

Photo Quillet.

Dans le cas de boutures dont le niveau végétatif ne convient pas, soit parce que les pousses sont trop jeunes, non encore bien différenciées, soit parce que les tissus sont trop âgés, trop proches de l'aoûtage.

Dans le premier cas, les boutures n'arrivent pas à prendre une turgescence acceptable et trop fragiles finissent par pourrir assez vite sans processus d'enracinement.

Dans le second cas, c'est-à-dire lorsque toutes les conditions de milieu sont bonnes mais que les boutures sont trop proches de l'aoûtage et que la

Evolution favorable. Bouture d'E. PF1 au bout de 16 jours de nébulisation. Formation des racines au-dessus de la base même de la bouture.

Photo Martin.





Bouture d'E. PF1 au bout de 16 jours de nébulisation, base de la bouture brûlée, l'épaississement a lieu immédiatement au-dessus de la partie morte, suivi de l'émission de racines.

Photo Martin.

stimulation hormonale n'a pas été suffisante, on assiste à des développements de cals parfois très importants sans aucune émission de racines.

Pour une même série de boutures, on peut, à partir d'un stade végétatif limite, c'est-à-dire assez proche de l'aoutage, orienter, avec une stimulation hormonale appropriée, l'évolution de la base des boutures vers la formation de cals ou l'émission de racines.

Les trois photographies p. 24 (bas) et p. 25, relatives à des boutures d'E. *Platyphylla* F1, illustrent ce résultat.

C'est à ce niveau que se situe toute la difficulté

du bouturage. A partir d'un milieu optimum, il faut choisir convenablement le matériel végétal à bouturer, lui donner les stimulations hormonales, les mieux adaptées et lui assurer une bonne nutrition de façon à obtenir des racines et non pas des cals.

Le cal se présente comme une prolifération cellulaire rapide et anarchique. Il indique une vie intense à la base de la bouture ; ce qui reflète un milieu excellent. Le fait qu'aucune boursofflure et gonflement ne se manifestent à cet endroit et qu'aucune racine n'est généralement émise, semble montrer que l'on est en présence d'une substance inhibitrice de la rhizogenèse.

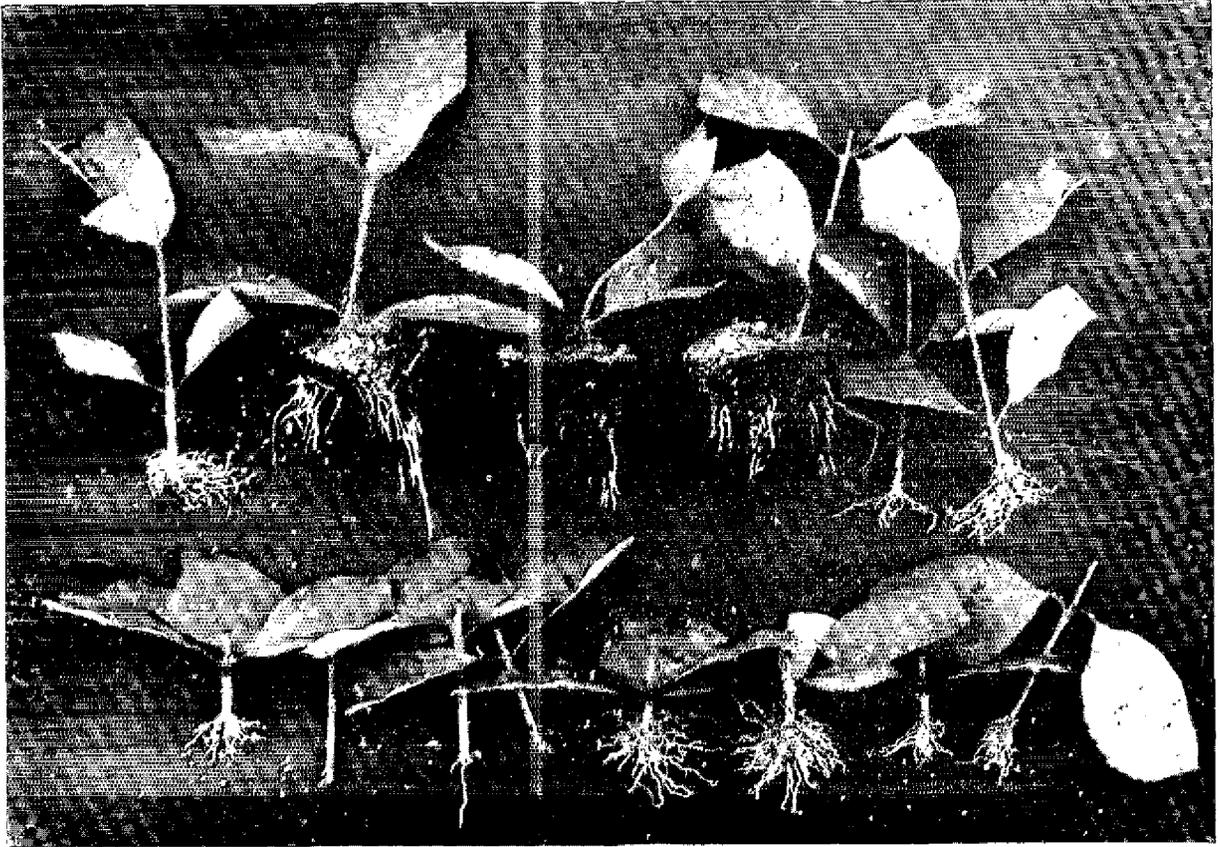
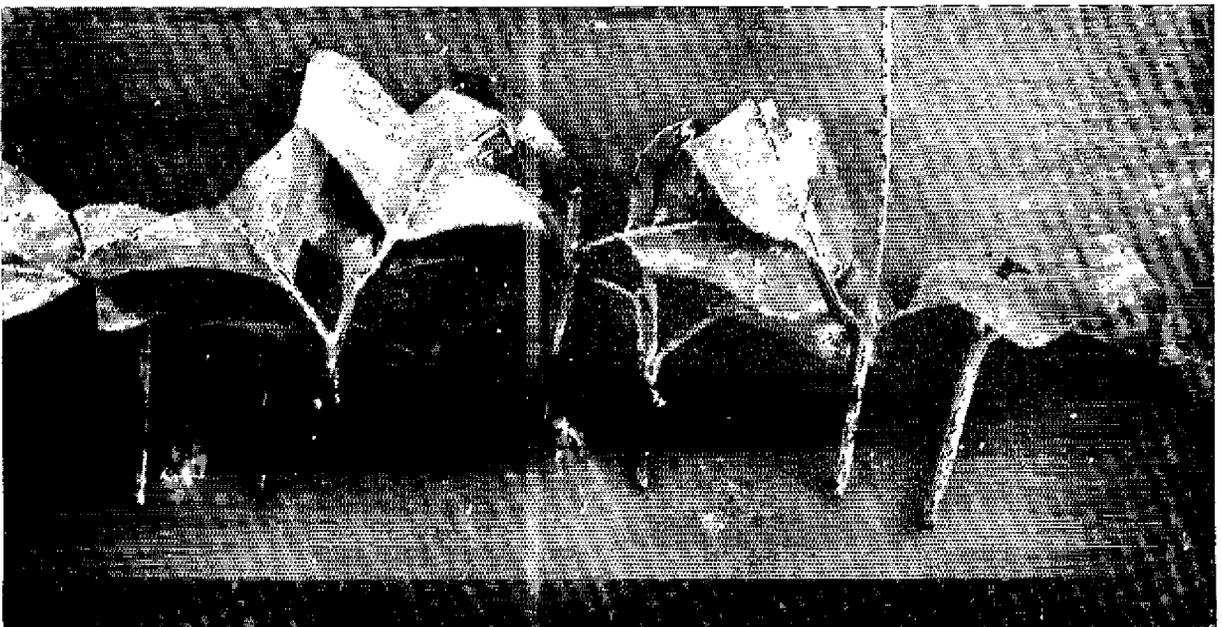


Photo Quillet.

Evolution favorable. *Faisceaux de racines sur les boutures d'E. deglupta au bout de 4 semaines de nébulisation.*

Evolution défavorable. *B-4 - Aspect d'une série de boutures d'E. PFI au bout de 4 semaines de nébulisation. Pas de stimulation hormonale, boutures prises sur des plants de 6 mois. Terre noire humifère. Dans ces conditions défavorables de milieu, toutes les bases de boutures sont mortes rapidement.*

Photo Quillet.



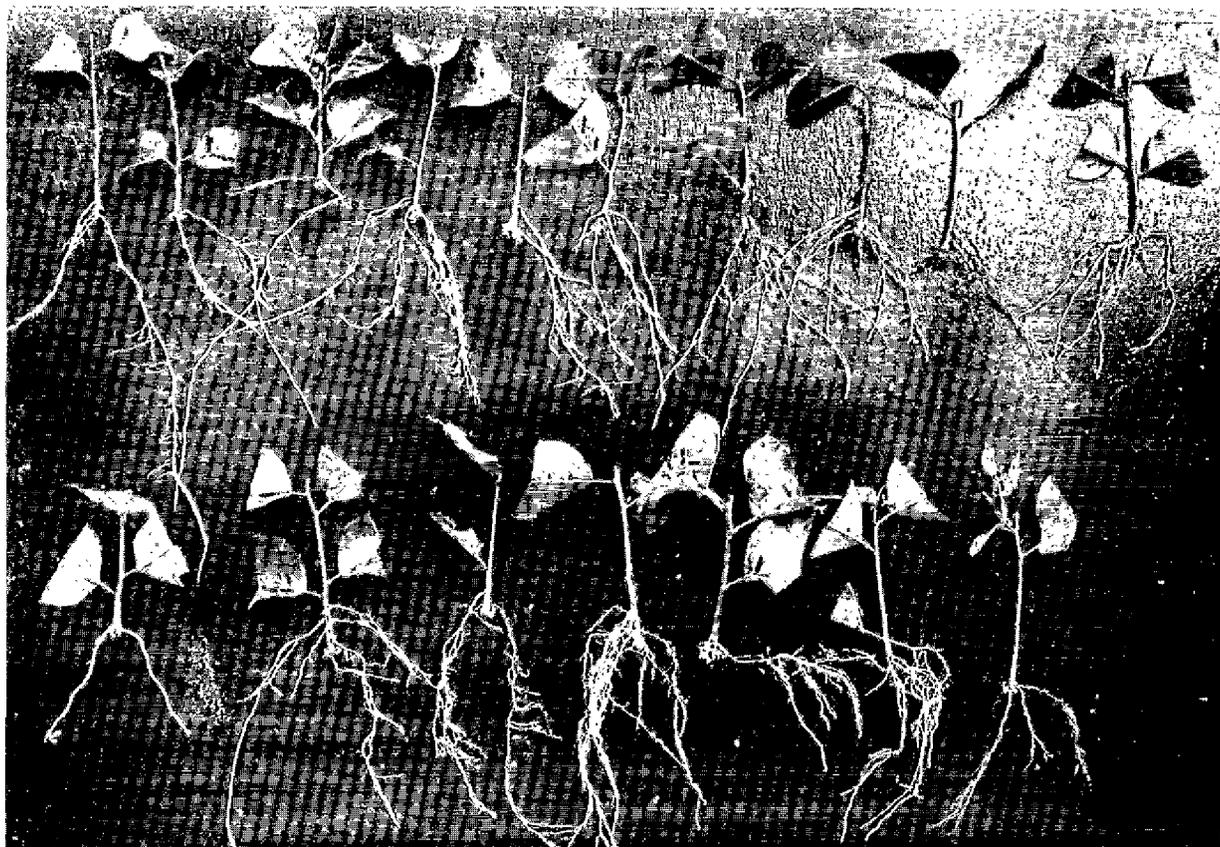


Photo Quillet.

Evolution favorable. Boutures d'E. PF1 après 4 semaines de nébulisation. Différents types d'enracinement obtenus. Stimulation hormonale par Exubérone en poudre W.

Evolution défavorable. Lot D7 — l'évolution est intermédiaire entre celle du lot A3 et celle du lot B5. Ici, la stimulation hormonale à l'acide Indoly! Butyrique a été insuffisante. On a autant de cauls que d'enracinements et des systèmes intermédiaires.

Photo Quillet.



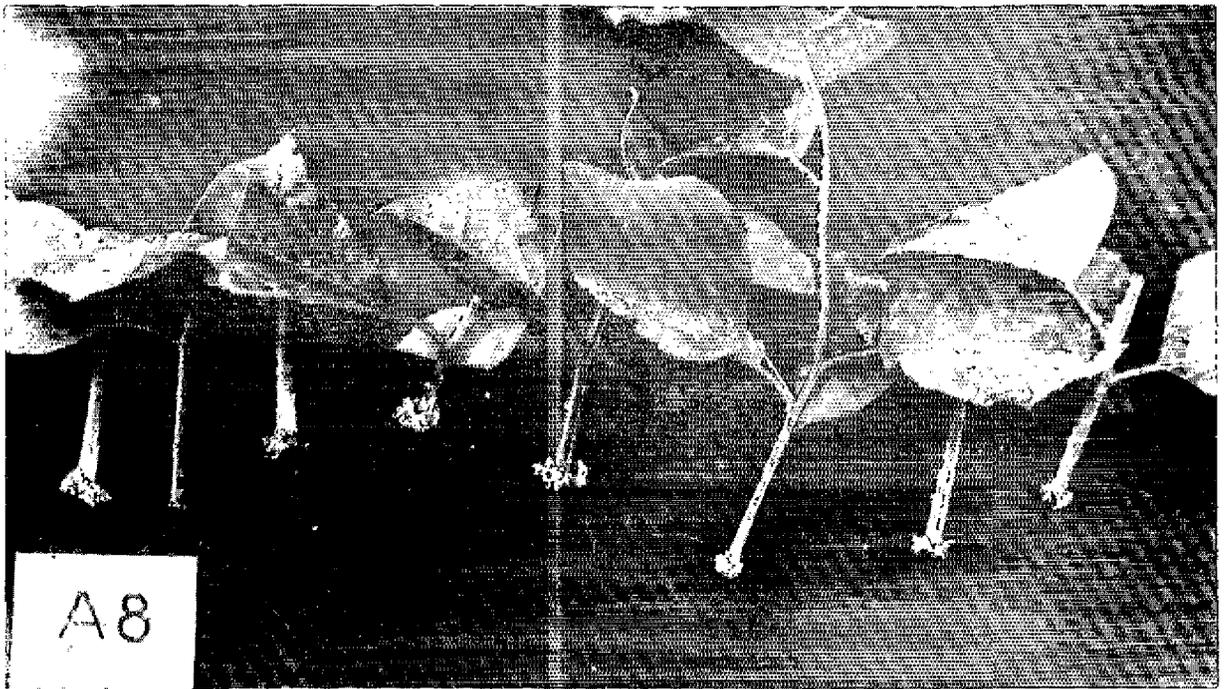


Photo Quillet.

*Lot A8 — Boutures d'E. PF1 peu juvéniles mises sous « Mist » sans stimulation hormonale.
Formation systématique de cals sans émission de racines.*

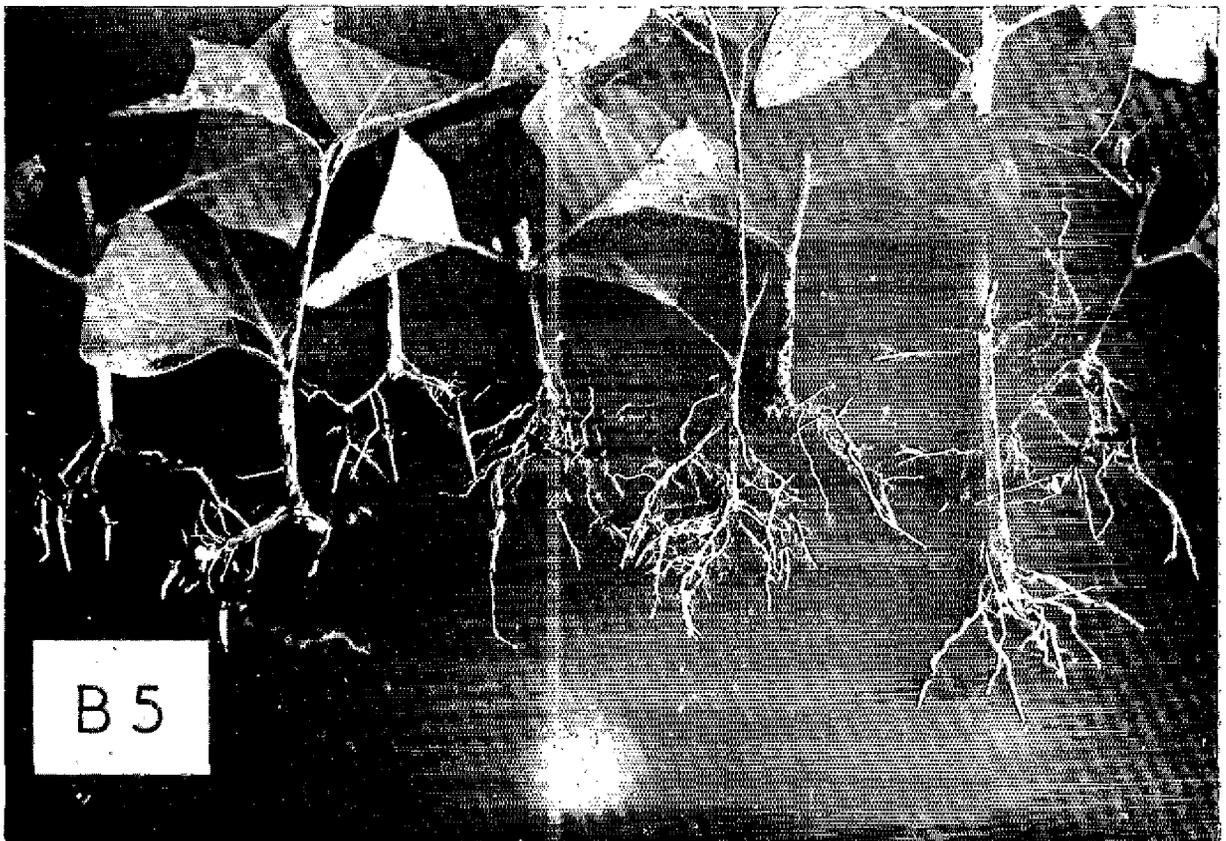


Photo Quillet.

Evolution favorable. *Lot B5 — Boutures d'E. PF1 après 30 jours de « Mist ». Traitement à l'Exubérone W.
Reprise de 100 % sur 8 boutures. Même lot que la photographie ci-dessus.*

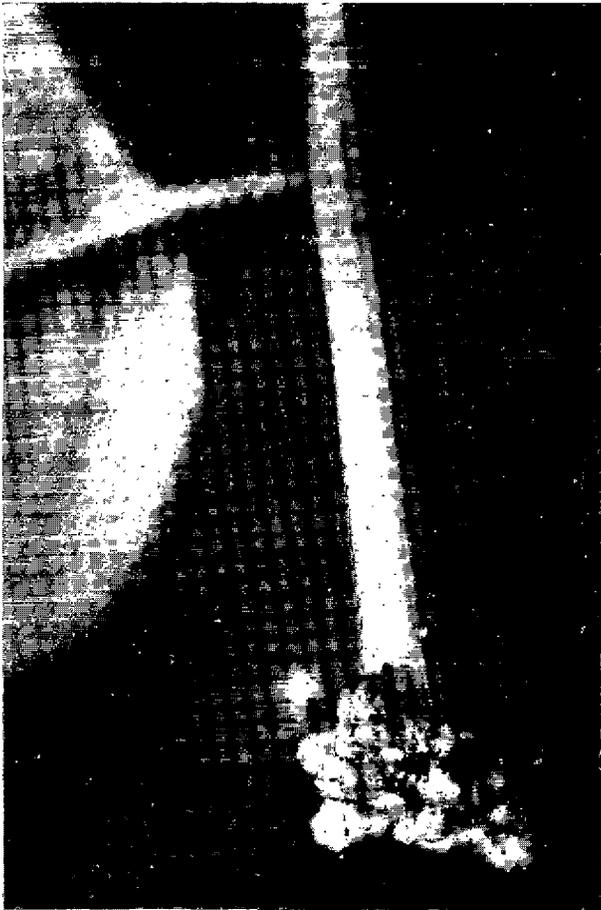


Photo Martin.

Aspect d'un cal au bout de 16 jours de nébulisation. On observera l'aspect anarchique des tissus, le parfait état saritaire de la lige et l'absence complète de tout gonflement le long de celle-ci.

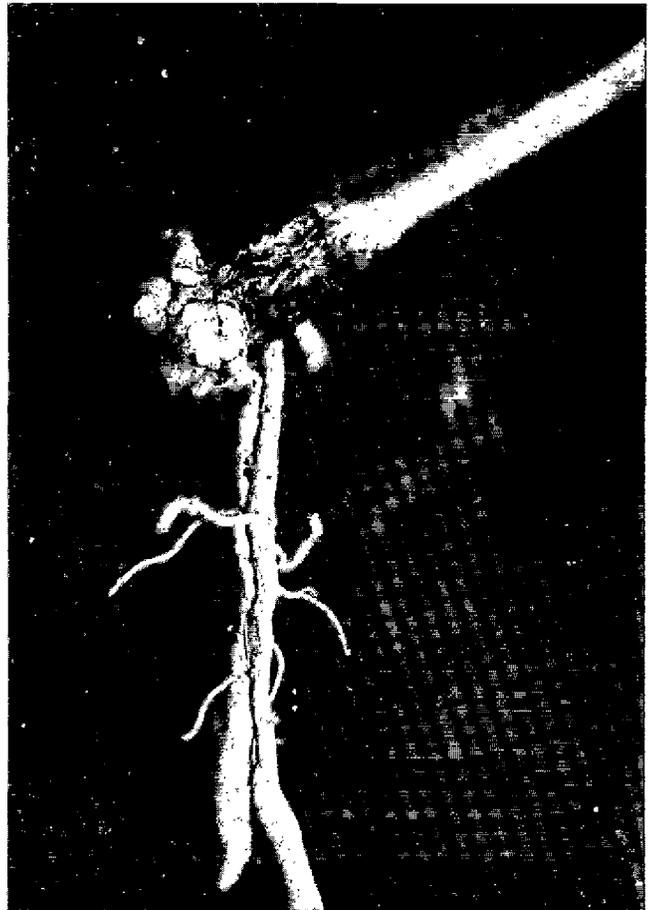
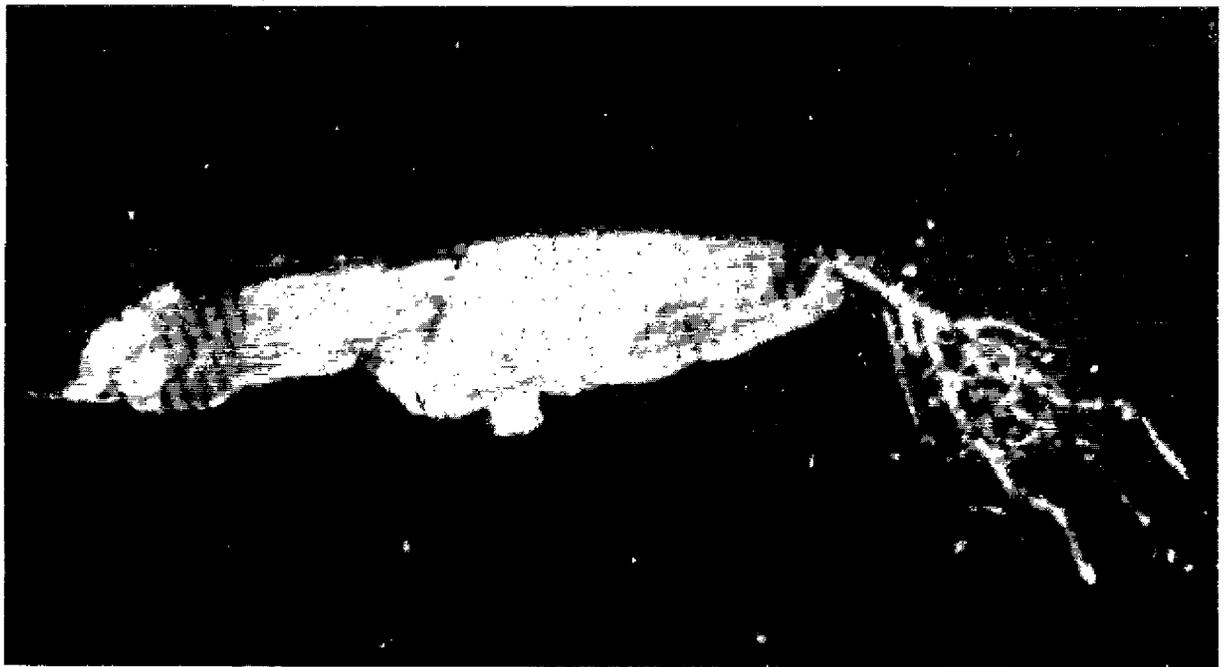


Photo Martin.

Bouture d'E. PF1, section à 2 feuilles traitée à l'Exu-bérone en poudre W. Aspect au bout de 16 jours de « mist ». Formation d'un cal. Gonflement juste au-dessus du cal et émission de 2 racines vigoureuses.

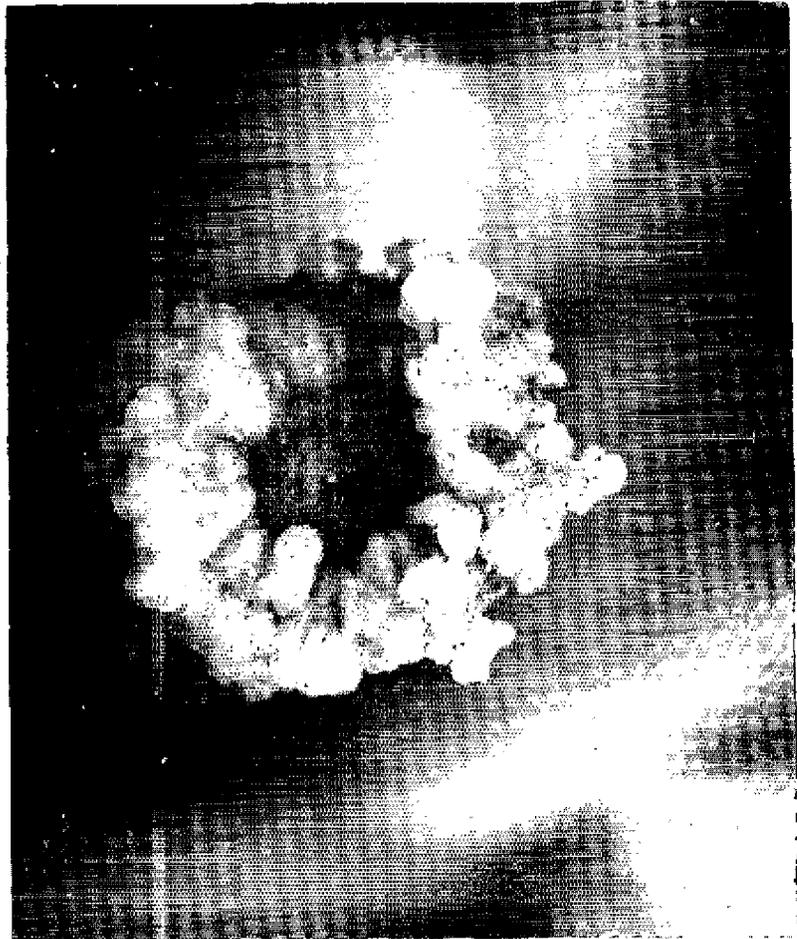
Superbe chevelu obtenu sur le pétiole d'une feuille de jeune rejet de Limba. Avec le Limba, les enracinements de feuilles sont faciles à obtenir mais ne semblent pas avoir une évolution heurteuse. On ne constate pas de formation de bourgeon terminal. Il serait cependant nécessaire de réaliser des expériences complémentaires avant de donner un avis définitif.

Photo Quillet.



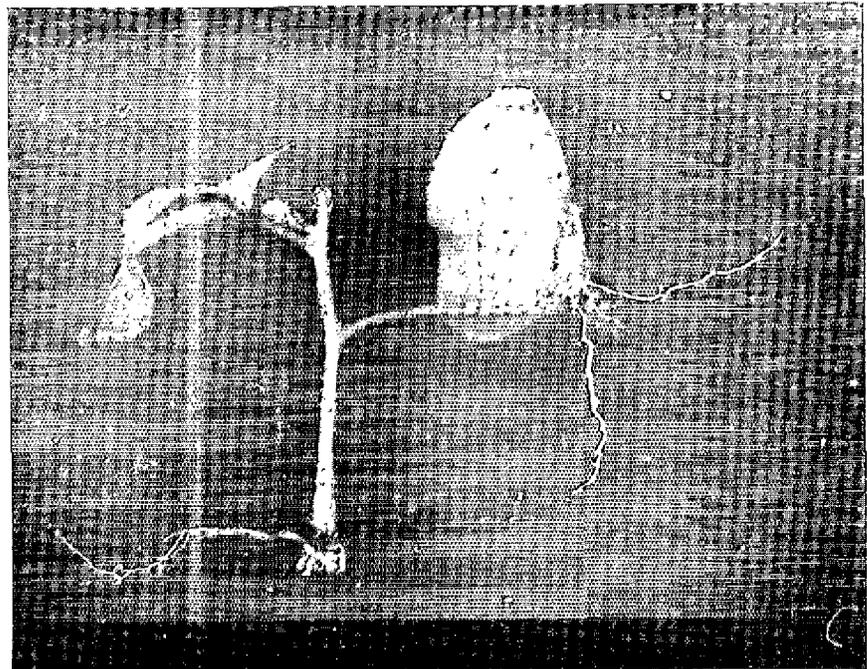
Cette photographie représente le cal vu de dessous. La forme de celui-ci montre que la formation est d'origine cambiale, la croissance est centrifuge. Il n'y a, dans ces amas cellulaires, aucune ébauche racinaire.

Photo Martin.



Enracinement d'une feuille d'E. PFI qui touchait le substratum. Ce phénomène est rare, l'évolution est ensuite très lente et difficile. Cette bouture n'a pas supporté le sevrage.

Photo Quillet.



Il n'y a pas obligatoirement incompatibilité entre cal et émission de racines. On peut en effet observer, avec une fréquence assez faible cependant, des émissions de racines sur des boutures qui présentent à leur base un cal plus ou moins

développé. Il n'y a aucun lien entre le cal et les racines. Il semble bien, dans ce cas particulier, que la bouture soit le siège de deux actions antagonistes ; l'une inhibant l'émission de racine, l'autre favorisant la rhizogenèse (photo p. 26, haut droite).

BOUTURES DE FEUILLES

Il est possible d'obtenir des enracnements à partir de feuilles. Il semble que l'obtention soit assez délicate et qu'ensuite l'évolution vers un plant normal soit problématique. Nous n'avons pas

puissé l'expérimentation dans ce sens. Nous publions simplement ici deux photographies, à titre documentaire (bas des p. 26 et 27).

CONCLUSIONS

Les quelques images publiées ici ne donnent qu'un aspect analyste et très partiel des phénomènes dont sont le siège, les fragments de végétaux

mis dans les conditions de nébulisation chaude. Le champ expérimental est, comme on le voit, très étendu.

ESSAIS DE 1973 — COMPORTEMENT DES BOUTURES HERBACÉES SOUMISES A LA NÉBULISATION DIURNE

En 1973, le procédé de bouturage, précédemment décrit, était considéré comme pratiquement mis au point ; une série d'expérimentations furent lancées visant à préciser différents aspects du problème pour plusieurs espèces importantes. On a pu, en particulier, éclaircir de nombreux points relatifs aux questions suivantes :

- Les feuilles ont-elles un rôle ?
- Comment choisir les meilleures boutures ?
- Comment répartir les boutures sur la table de bouturage ?
- Quel est le rôle de la stimulation hormonale ?
- Est-il intéressant de donner aux feuilles une alimentation minérale ?
- Le substrat a-t-il un rôle et vers quel type de substrat faut-il s'orienter ?
- Existe-t-il des différences dans l'aptitude à l'enracinement selon les espèces ?
- Quelles sont les sources possibles de production de boutures herbacées ?
- Où doit-on prélever les boutures sur un jeune plant, sur un jeune arbre ?

— Les rejets de souches sont-ils capables de donner de bonnes boutures ?

— L'âge des souches a-t-il une influence ?

— Comment peut-on rajeunir des arbres adultes ?

Les réponses obtenues sont très intéressantes, parfois spectaculaires ; elles ne font qu'ébaucher « les lois du bouturage » qui sont très nombreuses mais relativement strictes.

Le phénomène d'enracinement est lié à de très nombreux facteurs dont les plus importants ont trait à la qualité intrinsèque des boutures (niveau végétatif), à la nature et à l'éducation du fournisseur de pousses herbacées. C'est dans ce domaine que les expérimentations doivent se poursuivre.

Ces expériences mènent toujours à des dispositifs de plus en plus complexes et volumineux et, au fur et à mesure de leur développement, on met en lumière une foule de nouvelles variables à étudier. C'est pourquoi, il faudrait accorder à ces expériences une plus grande importance. Les différentes stations de recherches tropicales pourraient se partager un programme qui, on va le voir dans les pages qui suivent, est très étendu.

De haut en bas :

Rôle fondamental des feuilles dans l'enracinement des boutures herbacées d'E. PF1 après 30 jours de « Mist ».

Expérience montrant le rôle fondamental des feuilles dans l'enracinement des boutures herbacées chez l'E. deglupta. Résultats après 30 jours de « Mist ». A la première ligne, une bouture à 2 feuilles entières a été placée avec les boutures à 2 feuilles tronquées.

Photos Martin.

NÉCESSITÉ DES FEUILLES

Une expérience ayant porté sur *Eucalyptus* « platyphylla F1 », *E. deglupta* et *Terminalia superba* prouve que l'enracinement (nombre et vigueur des racines) est en relation directe avec la surface foliaire ; c'est-à-dire, avec l'importance de la photosynthèse.

Il s'agissait de boutures herbacées, intermédiaires, récoltées sur de jeunes rejets issus de souches jeunes à très jeunes (1 à 4 ans). Il n'y a pas eu de traitement hormonal.

Pour chaque espèce, on avait placé sous nébulisation 8 boutures de chacun des types suivants :

Boutures à 4 feuilles entières,
 — — — tronquées à moitié
 — — — coupées complètement.

Boutures à 2 feuilles entières,
 — — — tronquées à moitié,
 — — — coupées complètement.

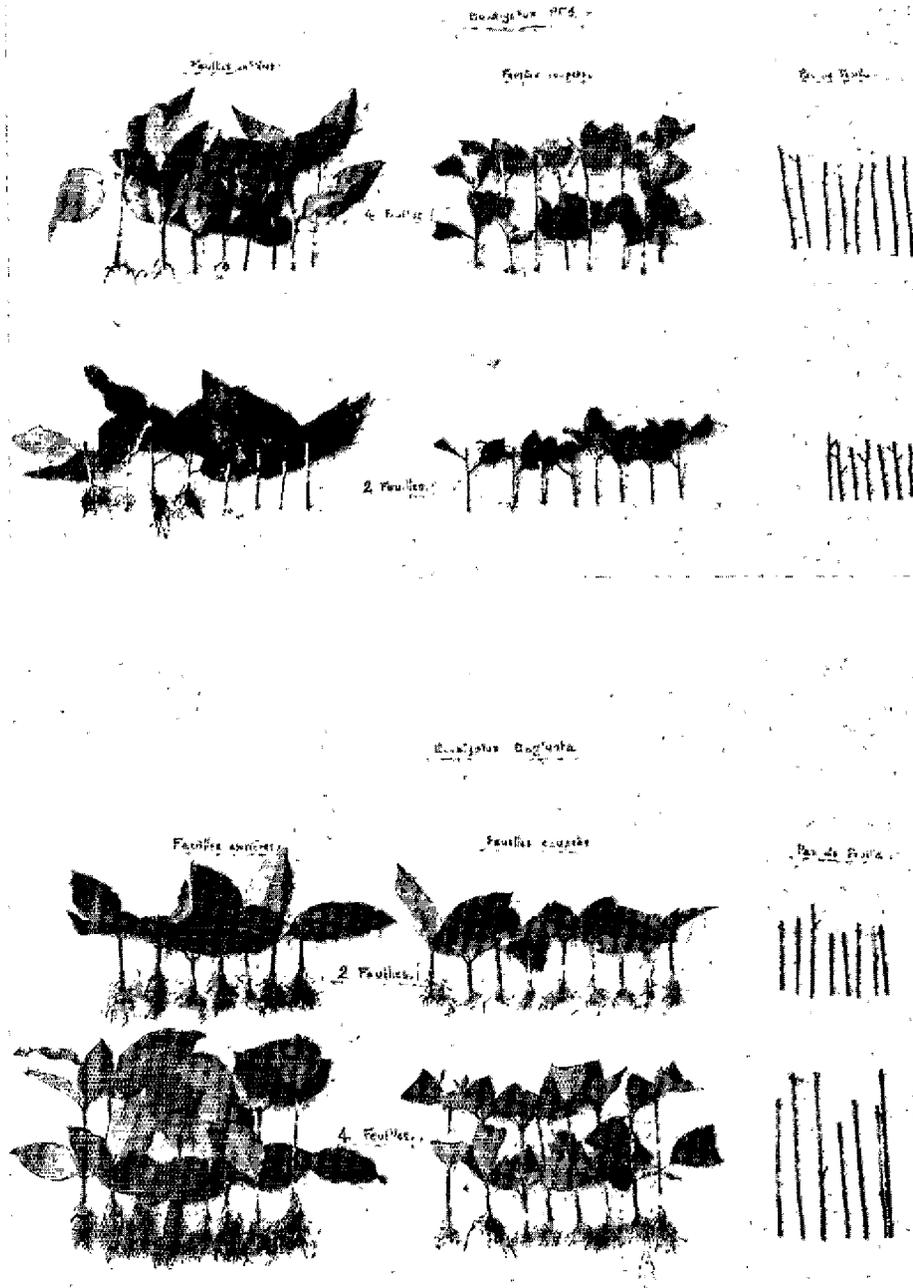
Les résultats ont été les suivants :

Eucalyptus PF1.

NOMBRE DE RÉUSSIONS SUR 8 BOUTURES

	Feuilles entières	Feuilles tronquées	Feuilles supprimées
4 feuilles.	4/8	3/8	0/8
2 feuilles.	5/8	2/8	0/8

La réussite est assez médiocre du fait de l'absence de stimulation hormonale sur cette espèce. Il est évident cependant, d'après ces résultats, que la surface foliaire influence directement l'enracinement. Aucune bouture sans feuille n'a résisté à la nébulisation. Elles sont toutes mortes au bout d'une semaine environ.

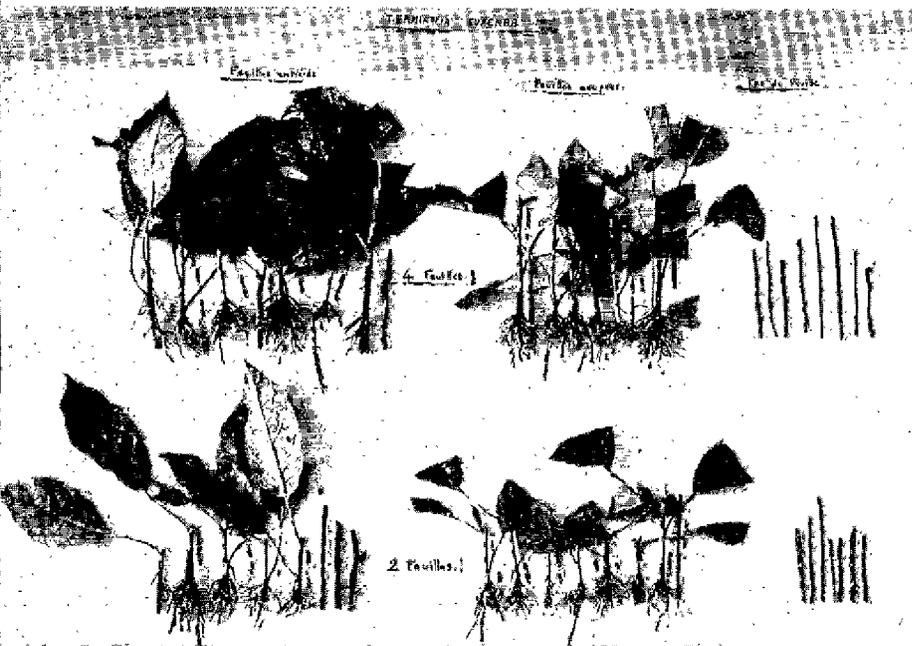


La photographie ci-dessus illustre parfaitement ces résultats.

La vigueur des racines peut être observée sur la photographie. Les boutures à deux feuilles entières semblent donner de meilleurs résultats que les boutures à 4 feuilles entières. En effet, une expérience, reprenant partiellement le problème de la nécessité des feuilles, nous permet de dire que dans le cas présent cette anomalie est due à des facteurs non contrôlés et qu'il aurait fallu avoir plus de 8 boutures par traitement.

Eucalyptus deglupta.

Cette espèce a une aptitude étonnante au bouturage herbacé. Les résultats sont très nets : 8 réussites sur 8 pour les boutures ayant des feuilles (entières ou tronquées) ; 0 réussite sur 8 pour les



Expérience montrant le rôle fondamental des feuilles dans l'enracinement des boutures herbacées chez *Terminalia superba*. Résultats après 30 jours de « Mist ».

Photo Martin.

semblent plus fragiles et perdent plus facilement leurs feuilles. Ceci est dû aux particularités anatomiques de l'espèce. Les feuilles du Limba ont un pétiole très long et assez fragile. Les feuilles entières chargées d'humidité ont tendance à rompre leur pétiole ; ce qui provoque une diminution de l'enracinement, voire même la mort des boutures dans le cas où toutes les feuilles tombent.

D'autre part, les grandes feuilles du Limba s'arrangent mal sur la table de bouturage et on est obligé d'admettre un important recouvre-

boutures dont on a supprimé les feuilles avant la mise sous brouillard. Ces boutures sont toutes mortes dans le délai de 10 jours.

Les importances des systèmes racinaires obtenus apparaissent nettement sur la photographie de la p. 29 (bas). Il y a une proportionnalité étonnante entre l'importance de l'enracinement et la surface foliaire. Les boutures à 4 feuilles tronquées ont des systèmes racinaires de même importance que ceux des boutures à 2 feuilles entières.

Terminalia superba.

Les résultats pour le Limba sont les suivants :

	Feuilles entières	Feuilles tronquées	Feuilles supprimées
4 feuilles.	6/8	8/8	0/8
2 feuilles.	5/8	7/8	0/8

Dans le cas présent, il y a une assez nette supériorité des boutures à 4 feuilles sur les boutures à 2 feuilles. Cependant, ce sont les boutures à feuilles tronquées qui présentent le meilleur enracinement.

Le Limba a une très bonne aptitude au bouturage herbacé mais il faut remarquer que les boutures qui n'ont pas réussi n'ont plus de feuilles et sont mortes. D'autre part, les boutures à feuilles entières

semblent plus fragiles et perdent plus facilement leurs feuilles. Ceci est dû aux particularités anatomiques de l'espèce. Les feuilles du Limba ont un pétiole très long et assez fragile. Les feuilles entières chargées d'humidité ont tendance à rompre leur pétiole ; ce qui provoque une diminution de l'enracinement, voire même la mort des boutures dans le cas où toutes les feuilles tombent.

D'autre part, les grandes feuilles du Limba s'arrangent mal sur la table de bouturage et on est obligé d'admettre un important recouvre-

ment des feuilles entre elles pour rester dans les limites de l'aire attribuée à l'expérience. Ce recouvrement a une action néfaste sur la photosynthèse et la vie des feuilles.

Conclusions.

Les feuilles jouent un rôle capital dans l'édification des méristèmes racinaires des boutures herbacées placées sous nébulisation. Il y a donc lieu de leur donner un éclaircissement optimal pour assurer une photosynthèse active.

Ce résultat prouve que la miniaturisation de la bouture a des limites.

Pour obtenir une vigueur de l'enracinement acceptable, il faut une surface foliaire suffisamment importante. Le choix définitif est donc le résultat d'un compromis entre la taille maximale acceptée et la vigueur minimale requise pour le système racinaire.

Dans bien des cas, la bouture à 4 feuilles tronquées ou non est celle qui donne les résultats les plus satisfaisants. Pour l'*E. deglupta* et pour le Limba, les boutures à 2 feuilles tronquées sont suffisantes.

DENSITÉ DES BOUTURES SUR LA TABLE DE BOUTURAGE

ESPACE VITAL NÉCESSAIRE A CHAQUE BOUTURE EN FONCTION DU NOMBRE DE FEUILLES.

Action nulle de l'enrichissement minéral du substrat

Une expérience ayant porté sur 952 boutures d'*Eucalyptus platyphylla* F1 a eu lieu en avril 73.

Le pourcentage global de réussite était de 57,8 %. La réponse aux divers traitements a varié entre

29,1 % et 93,3 %. Ces variations sont dues en partie aux différences de niveau végétatif des boutures.

On peut en déduire que pour obtenir des expériences probantes en matière de bouturage, il faut adopter les recommandations suivantes :

— Isoler le plus possible les variables, éviter au début les études des actions composites de différents facteurs.

— Installer pour chaque traitement un très grand nombre de boutures afin d'éliminer le plus possible les variations individuelles relatives aux différences de niveau végétatif.

Le tableau de la page suivante donne le détail des résultats. Les conditions de l'expérience étaient bonnes et on a eu peu de calcs. La stimulation hormonale à l'Exubérone W en poudre a été systématique.

Les résultats de cette expérience sont cependant assez flous surtout en ce qui concerne la densité des boutures. On peut cependant en tirer les conclusions suivantes :

Rôle des feuilles.

L'enracinement est bien fonction du nombre de feuilles que comporte la bouture ; ce qui confirme les résultats des essais précédents.

On avait réalisé 6 types de boutures (1 à 6 feuilles). En fait, les boutures à nombre impair de feuilles ont été réalisées pour les besoins de l'expérience car dans la pratique, le nombre de feuilles laissé sur les boutures est 2, 4 ou 6, étant donné la disposition générale opposée ou sub-opposée des feuilles chez les jeunes pousses d'Eucalyptus.

La photographie qui suit représente l'ensemble des boutures racinées, obtenues dans le premier bloc (gravier sans engrais). Les boutures ont été classées par nombre de feuilles de la gauche vers la droite 1, 2, 3, 4, 5 et 6 feuilles. Les nombres de boutures racinées correspondants, obtenus sur 71 boutures mises en place, sont : 44, 43, 42, 50, 54 et 55. Plus que le pourcentage de réussite, la photographie indique la vigueur des systèmes racinaires obtenus au bout de 23 jours de nébulisation (saison

Boutures d'Eucalyptus PF1. Enracinement obtenu au bout de 23 jours de nébulisation en saison chaude. Chaque lot de boutures représente les réussites sur 71 boutures installées. Le nombre et surtout la vigueur des plants obtenus, est en liaison étroite avec le nombre de feuilles laissées aux boutures

1 feuille

2 f,

3 f,

4 f,

5 f,

6 f,

Photo Marlin.



Expérience de bouturage de l'E. PF1
Nombre de feuilles et densité des boutures

	Nb. de feuilles par B. Surf. Bouture	1 feuille	2 f.	3 f.	4 f.	5 f.	6 f.	Total
								
Sable et gravier	625 b/m ² 16 cm ² écart. = 4 cm × 4 cm	Nb et % de réussite 15/32 = 46,8 % cals : 0/32	24 = 75,0 % 0	23 = 71,8 % 0	19 = 59,3 % 0	26 = 81,2 % 1	22 = 68,7 % 1	129/192 = 67,1 % 419 b/m ² 2
	400 b/m ² 25 cm ² écart. = 5 cm × 5 cm	17/24 = 70,8 % 0/24	9 = 37,5 % 0	7 = 29,1 % 3	18 = 75,0 % 0	17 = 70,8 % 4	20 = 83,3 % 0	88/144 = 61,1 % 244 b/m ² 7
	240 b/m ² 36 cm ² écart. = 6 cm × 6 cm	12/15 = 80,0 % 2/15	10 = 66,6 % 0	12 = 80,0 % 0	13 = 86,6 % 1	11 = 73,3 % 2	13 = 86,6 % 2	71/90 = 78,8 % 189 b/m ² 7
	Total	44/71 = 61,9 % 2/71	43/71 = 60,5 % 0	42/71 = 59,1 % 3	50/71 = 70,4 % 1	54/71 = 76,0 % 7	55/71 = 77,4 % 3	288/426 = 67,6 % 16
Sable et gravier enrichi	625 b/m ² 16 cm ²	Nb et % de réussite 20/32 = 62,5 % cals = 7/32	17 = 53,1 % 2	20 = 62,5 % 1	15 = 46,8 % 6	22 = 68,7 % 0	28 = 87,5 % 0	122/192 = 63,8 % 398 b/m ² 16
	400 b/m ² 25 cm ²	11/24 = 45,8 % 3/24	11 = 45,8 % 5	16 = 66,6 % 2	14 = 58,3 % 5	19 = 79,1 % 2	11 = 45,8 % 11	82/144 = 56,9 % 222 b/m ² 28
	240 b/m ² 36 cm ²	5/15 = 33,3 % 8/15	5 = 33,3 % 4	9 = 60,0 % 2	13 = 86,6 % 1	14 = 93,3 % 0	13 = 86,6 % 2	59/90 = 65,5 % 17
	Total	36/71 30,7 % 18/71	33 46,4 % 11	45 63,3 % 5	42 59,5 % 12	55 77,4 % 2	52 73,2 % 13	263/426 61,7 % 61
	Total général	80/142 56,3 % 20/142	76 53,5 % 11	87 61,2 % 8	92 64,7 % 13	109 76,7 % 9	107 75,3 % 16	551/952 57,8 % 77

Expérience de bouturage de l'E. PF1.
Nombre de feuilles et densités des boutures sur 2 types de substratum.
Résultats au bout de 23 jours de nébulisation.

chaude) et fait apparaître l'importance croissante des systèmes racinaires avec le nombre de feuilles laissées aux boutures. On remarque également l'absence complète de pousse dans cette première phase qui n'a comporté que l'émission de racines.

Effet de l'engrais complet ajouté au substrat.

L'adjonction d'engrais complet, sous forme de granulés dans le substrat, n'a apporté aucune amélioration, tant au point de vue taux de reprise, que qualité des enracinements obtenus.

On verra plus loin que les boutures feuillées ne réagissent qu'aux éléments minéraux assimilables par les feuilles (engrais foliaire).

Densité des boutures sur la table de bouturage.

Le nombre de boutures à l'unité de surface, sur la table de bouturage, a une influence sur l'enracinement. Si l'on veut obtenir un bon taux de reprise, il faut laisser à chaque bouture un espace suffisant, c'est-à-dire principalement un éclaircissement le plus important possible sur toute sa surface foliaire et également une circulation d'air convenable dans son voisinage immédiat.

Plus le nombre de feuilles est grand, plus la dimension des boutures est importante et plus elles ont besoin d'espace. Si des boutures à 6 feuilles sont trop serrées, seules les feuilles de la partie supérieure reçoivent la lumière de façon convenable et le résultat n'est pas meilleur que si l'on utilisait des boutures à 2 ou 3 feuilles.

Trois écartements ont été adoptés dans l'expérience :

a) 4 cm × 4 cm, soit 16 cm² par bouture, ce qui correspond à 625 boutures au m².

b) 5 cm × 5 cm, soit 25 cm² par bouture, ce qui correspond à 400 boutures au m².

c) 6 cm × 6 cm, soit 36 cm² par bouture, ce qui correspond à 240 boutures au m².

Les différences enregistrées dans le taux de reprise sont faibles et il serait nécessaire de recommencer l'expérience en élargissant l'éventail des densités. On peut cependant faire des remarques utiles.

Si on veut rentabiliser la surface couverte par le brouillard artificiel, on n'a pas intérêt à adopter de

larges écartements à la mise en place des boutures car la diminution du nombre de boutures installées au m² n'est pas compensée par une augmentation suffisante du taux de reprise.

En effet, pour les écartements de l'expérience, on a eu les résultats suivants :

a) 625 boutures au m² ont donné 419 plants par m² de « Mist »,

b) 400 boutures au m² ont donné 244 plants par m² de « Mist »,

c) 240 boutures au m² ont donné 189 plants par m² de « Mist ».

Dans ces conditions, si l'on veut rentabiliser le plus possible l'installation et dans le cas où l'on dispose d'une très grande source de boutures (cas d'une opération industrielle), on a intérêt à adopter un écartement faible (4 cm × 4 cm). On obtiendra ainsi le maximum de plants racinés à l'unité de surface sous brouillard, bien qu'avec un taux de reprise inférieur.

Il est possible que les conclusions soient différentes si l'on parvient, par une mise au point des stimulations hormonales et par un emploi judicieux des engrais foliaires, à améliorer dans de fortes proportions l'aptitude au bouturage de l'espèce considérée.

Par contre, si l'on cherche à multiplier le plus possible un clone particulier, ce qui est le cas lors de l'édification d'un parc à bois, on a intérêt à adopter un écartement assez grand de façon à obtenir de bons taux de reprise.

S'il s'agit du bouturage d'un matériel rare (rajeunissement d'arbres plus), on aura intérêt à prendre des boutures avec beaucoup de feuilles (6 feuilles) et à leur laisser beaucoup d'espace sur la table de bouturage (36 à 50 cm²).

Conclusions.

Cette expérience permet d'appliquer des règles strictes en matière de bouturage herbacé :

— Pour rentabiliser le m² sous nébulisation, il faudra adopter un dispositif très dense et utiliser des boutures à 4 feuilles.

— Pour favoriser l'enracinement de boutures précieuses, on aura intérêt à adopter un dispositif très lâche et utiliser des boutures à 6 feuilles.

— Enfin, il est inutile de fertiliser le substrat.

(à suivre)